



POSGRADO

CIENCIAS

BIOLÓGICAS



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Denominación de la actividad académica (completa):_ Astrobiología y Ecología Microbiana

Clave: (no llenar)	Semestre: 2024-2)	Campo de conocimiento: Biología Evolutiva	Número de Créditos: 8
Carácter Optativa	Horas	Horas por semana	Horas por semestre
	Teóricas 64	Prácticas 0	4 64

Seriación indicativa u obligatoria antecedente, si es el caso: No aplica

Seriación indicativa u obligatoria subseciente, si es el caso: No aplica

Objetivo general:

En este curso pretendemos estudiar las reglas básicas que llevaron a la evolución temprana de la vida en la Tierra, así como los escenarios ecológicos, en particular en ambientes extremos, donde se origino, evolucionó y diversificó, transformando nuestro planeta para siempre: cambiando de un planeta anaranjado a un planeta azul. Asimismo, discutiremos el contexto posible de vida en otros sistemas, lunas o planetas.

El curso está dirigido a estudiantes interesados en conocer con detalles aspectos relacionados con el origen de la vida, la evolución temprana, astrobiología y con diferentes aspectos de la biología evolutiva y la ecología microbiana actual.

Objetivos específicos: (en si caso)

Temario	Horas	
	Teóricas	Prácticas
Dra. Valeria Souza Saldivar , VS; Dr. Luis Enrique Eguiarte, LEE; Dra. Rosalinda Tapia López, RTL.		
Unidad 1: ¿Qué es la vida? 1.1 Sesión informativa /¿Qué es la vida?. 1.2 Propiedades potencialmente fundamentales y definiciones populares de la vida. 1.3 Debates contemporáneos sobre la definición de vida .	6 h totales 2h VS , LEE y RTL 2h VS , LEE y RTL 2h RTL	0



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Unidad 2: Origen de la vida en la Tierra y ambientes extremos 2.1 Contexto cosmológico y geológico para la emergencia de la vida, planetas y exoplanetas. 2.2 Química prebiótica y evolución molecular. 2.3 Origen/cuneros de vida: ventanas hidrotermales vs. pozas calientes. Condiciones frías vs. calientes 2.4 "Mundo de RNA": Propiedades del RNA y debate actual. 2.5 Último ancestro común (LUCA) y temas relacionados.	16 h totales 6 h VS, RTL 4 h VS 2 h VS, RTL 2h RTL 2h LEE	0
Unidad 3: Evolución temprana de la vida e introducción a la microbiología evolutiva 3.1 El árbol de la vida, linajes tempranos y virus. 3.2 Evidencias de vida en el registro fósil. 3.3 Filogenómica y reloj molecular. 3.4 Diversificación metabólica y ensamblado de ciclos biogeoquímicos 3.5 Reparación de DNA en el origen y recombinación del sexo microbiano. 3.6 Clonalidad vs. transferencia de genes. 3.7 Nicho y retroalimentación eco-evolutiva.	20 h totales 2h LEE 2h RTL 4h LEE 4h VS 2h VS 2h RTL 4h LEE	0
Unidad 4: Modelos análogos y extremófilos 4.1 Tapetes microbianos como modelos para comprender la coevolución de la vida y el planeta Tierra. 4.2 Modelos análogos terrestres 4.3 Extremófilos; bacterias y arqueas.	6h totales 2h VS 2h VS y LEE 2h VS y RTL	0
Unidad 5: Vida más allá de la Tierra 5.1 Meteoritas, asteroides y cometas. 5.2 Habitabilidad de planetas y satélites del sistema solar. 5.3 Exoplanetas, bioseñales y potencial habitabilidad. 5.4 Posibles bioquímicas alternativas. 5.5 Paradoja de Fermi y ecuación Drake-Seager. Conclusión, perspectiva y síntesis.	10 h totales 2h VS 2h VS 2h VS 2h RTL 2h LEE	0
Presentación de trabajos finales	6 h VS, LEE y RTL	
Total de horas teóricas	64	0
Total de horas prácticas	0	0



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Suma total de horas (debe coincidir con el total de horas al semestre)	64	
---	----	--

Bibliografía básica

- Souza V. , Segura A. and Foster JS (eds). (2020). Astrobiology and Cuatro Ciénegas Basin as an Analog of Early Earth. Springer Nature Switzerland AG (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-46087-7_1.
- Bartlett, S., & Wong, M. L. Defining Life in the Universe: From Three Privileged Functions to Four Pillars. *Life* (Basel, Switzerland), 10(4), 42. <https://doi.org/10.3390/life10040042>
- Bich, L., Green, S. (2018). Is defining life pointless? Operational definitions at the frontiers of biology. *Synthese* 195, 3919–3946 <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1397-9>
- Cleland, C.E. (2019). Moving Beyond Definitions in the Search for Extraterrestrial Life. *Astrobiology*. Jun 2019.722-729.<http://doi.org/10.1089/ast.2018.1980>
- Cleland, C. E. (2019). The Quest for a Universal Theory of Life: Searching for Life as we don't know it (Vol. 11). Cambridge University Press.
- Davies, P. C., Benner, S. A., Cleland, C. E., Lineweaver, C. H., McKay, C. P., & Wolfe-Simon, F. (2009). Signatures of a shadow biosphere. *Astrobiology*, 9(2), 241-249.
- Ehrenfreund, P., Irvine, W., Becker, L., Blank, J., Brucato, J. R., Colangeli, L., & Robert, F. A. (2002). Astrophysical and astrochemical insights into the origin of life. *Reports on progress in physics*, 65(10), 1427.
- Maruyama, S., Kurokawa, K., Ebisuzaki, T., Sawaki, Y., Suda, K., & Santosh, M. (2019). Nine requirements for the origin of Earth's life: Not at the hydrothermal vent, but in a nuclear geyser system. *Geoscience Frontiers*, 10(4), 1337-1357.
- Kitadai, N., & Maruyama, S. (2018). Origins of building blocks of life: A review. *Geoscience Frontiers*, 9(4), 1117-1153. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2017.07.007>
- Nita Sahai, Hussein Kaddour, Punam Dalai (2016) The Transition from Geochemistry to Biogeochemistry. *Elements*; 12 (6): 389–394. doi: <https://doi.org/10.2113/gselements.12.6.389>
- Belmonte, Luca & Mansy, Sheref. (2016). Metal Catalysts and the Origin of Life. *Elements*. 12. 413-418. 10.2113/gselements.12.6.413.
- Damer, B., & Deamer, D. (2020). The hot spring hypothesis for an origin of life. *Astrobiology*, 20(4), 429-452. <http://doi.org/10.1089/ast.2019.2045>
- Martin, W., Baross, J., Kelley, D. (2008).et al. Hydrothermal vents and the origin of life. *Nat Rev Microbiol* 6, 805–814. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1991>
- Paul G. Higgs & Niles Lehman (2014) The RNA World: molecular cooperation at the origins of life. *Nature Reviews Genetics* doi:10.1038/nrg3841
- Weiss MC, Preiner M, Xavier JC, Zimorski V, Martin WF (2018) The last universal common ancestor between ancient Earth chemistry and the onset of genetics. *PLOS Genetics* 14(8): e1007518. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007518>
- Weiss, M. C., Sousa, F. L., Mrnjavac, N., Neukirchen, S., Roettger, M., Nelson-Sathi, S., & Martin, W. F. (2016). The physiology and habitat of the last universal common ancestor. *Nature microbiology*, 1(9), 1-8. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2016.116>
- Baker, B. J., De Anda, V., Seitz, K. W., Dombrowski, N., Santoro, A. E., & Lloyd, K. G. (2020). Diversity, ecology and evolution of Archaea. *Nature microbiology*, 5(7), 887-900.
- Knoll A. H. (2015). Paleobiological Perspectives on Early Microbial Evolution. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(7), a018093. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a018093>
- Jelen, B. I., Giovannelli, D., & Falkowski, P. G. (2016). The role of microbial electron transfer in the coevolution of the biosphere and geosphere. *Annual review of microbiology*, 70, 45-62.
- Preston, L., & Dartnell, L. (2014). Planetary habitability: Lessons learned from terrestrial analogues. *International Journal of Astrobiology*, 13(1), 81-98. doi:10.1017/S1473550413000396



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

- Martins, Z., Cottin, H., Kotler, J. M., Carrasco, N., Cockell, C. S., de la Torre Noetzel, R., ... & Westall, F. (2017). Earth as a tool for astrobiology—a European perspective. *Space Science Reviews*, 209(1), 43-81.
- Seager, S., & Bains, W. (2015). The search for signs of life on exoplanets at the interface of chemistry and planetary science. *Science advances*, 1(2), e1500047.
- Kacar, B., Garcia, A. K., & Anbar, A. D. (2021). Evolutionary History of Bioessential Elements Can Guide the Search for Life in the Universe. *ChemBioChem*, 22(1), 114-119.

Bibliografía complementaria

- Kee, T. P., & Monnard, P. A. (2016). On the emergence of a proto-metabolism and the assembly of early protocells. *Elements*, 12(6), 419-424.
- Longo, A., & Damer, B. (2020). Factoring origin of life hypotheses into the search for life in the solar system and beyond. *Life*, 10(5), 52.
- Robertson, M. P., & Joyce, G. F. (2012). The origins of the RNA world. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 4(5), a003608.
- Becerra, A., Delaye, L., Islas, S., & Lazcano, A. (2007). The very early stages of biological evolution and the nature of the last common ancestor of the three major cell domains. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 38, 361-379.
- Joyce, G. F., & Szostak, J. W. (2018). Protocells and RNA self-replication. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 10(9), a034801.
- Blackmond, D. G. (2010). The origin of biological homochirality. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 2(5), a002147.
- Glansdorff, N., Xu, Y., & Labedan, B. (2008). The last universal common ancestor: emergence, constitution and genetic legacy of an elusive forerunner. *Biology direct*, 3(1), 1-35.
- Lepot, K. (2020). Signatures of early microbial life from the Archean (4 to 2.5 Ga) eon. *Earth-Science Reviews*, 103296. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103296>
- Lyons, T. W., Fike, D. A., & Zerkle, A. (2015). Emerging biogeochemical views of Earth's ancient microbial worlds. *Elements*, 11(6), 415-421.
- Schopf, J. W. (2021). Precambrian Paleobiology: Precedents, Progress, and Prospects. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 574. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.707072>
- Prieto-Barajas, C. M., Valencia-Cantero, E., & Santoyo, G. (2018). Microbial mat ecosystems: structure types, functional diversity, and biotechnological application. *Electronic Journal of Biotechnology*, 31, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2017.11.001>
- Harris, H., & Hill, C. (2021). A Place for Viruses on the Tree of Life. *Frontiers in Microbiology*, 11, 3449. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.604048>.
- Pikuta, E. V., Hoover, R. B., & Tang, J. (2007). Microbial extremophiles at the limits of life. *Critical reviews in microbiology*, 33(3), 183-209.
- Glein, C. R., & Zolotov, M. Y. (2020). Hydrogen, hydrocarbons, and habitability across the solar system. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, 16(1), 47-52.
- Cockell, C. S., Bush, T., Bryce, C., Direito, S., Fox-Powell, M., Harrison, J. P., ... & Zorzano, M. P. (2016). Habitability: a review. *Astrobiology*, 16(1), 89-117.
- Merino, N., Aronson, H. S., Bojanova, D. P., Feyhl-Buska, J., Wong, M. L., Zhang, S., & Giovannelli, D. (2019). Living at the extremes: extremophiles and the limits of life in a planetary context. *Frontiers in microbiology*, 10, 780.
- Joseph, R. G., Planchon, O., Gibson, C. H., & Schild, R. (2020). Seeding the Solar System with Life: Mars, Venus, Earth, Moon, Protoplanets. *Open Astronomy*, 29(1), 124-157.
- Priscu, J. C., & Hand, K. P. (2012). Microbial habitability of icy worlds. *Microbe*, 7(4), 167-172.



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

- McKay, C. P. (2014). Requirements and limits for life in the context of exoplanets. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(35), 12628-12633.
- Grenfell, J. L. (2017). A review of exoplanetary biosignatures. *Physics Reports*, 713, 1-17.
- Chan, M. A., Hinman, N. W., Potter-McIntyre, S. L., Schubert, K. E., Gillams, R. J., Awramik, S. M., ... & Cleaves, H. J. (2019). Deciphering biosignatures in planetary contexts. *Astrobiology*, 19(9), 1075-1102.
- Irwin, L. N., & Schulze-Makuch, D. (2020). The astrobiology of alien worlds: known and unknown forms of life. *Universe*, 6(9), 130.
- Krishnamurthy, R. (2018). Life's biological chemistry: a destiny or destination starting from prebiotic chemistry?. *Chemistry—A European Journal*, 24(63), 16708-16715.
- Schmidt M. (2010). Xenobiology: a new form of life as the ultimate biosafety tool. *Bioessays*. 32(4),322-331. doi:10.1002/bies.200900147
- Maccone, C. (2015). Statistical Drake-Seager Equation for exoplanet and SETI searches. *Acta Astronautica*, 115, 277-285.
- Root-Bernstein, R.; Brown, A.W. Novel Apparatuses for Incorporating Natural Selection Processes into Origins-of-Life Experiments to Produce Adaptively Evolving Chemical Ecosystems. *Life* 2022, 12, 1508. <https://doi.org/10.3390/life12101508>.
- Wogan N.F., Catling D.C., Zahnle K.J. and Lupu, R.. (2023). Origin-of-life Molecules in the Atmosphere after Big Impacts on the Early Earth. *The Planetary Science Journal*, 4:169(25pp), 2023 September. <https://doi.org/10.3847/PSJ/aced83>.
- do Nascimento-Dias B.L. and Martinez-Frias J. (2023). Brief review about history of astrobiology. *International Journal of Astrobiology*(2023),22:1 67–78. doi:10.1017/S1473550422000386.
- De Mol, M.L. (2023) Astrobiology in Space: A Comprehensive Look at the Solar System. *LIFE* 2023, 13, 675.<https://doi.org/10.3390/life13030675>.
- Hallsworth J.E., Rocco L. Mancinelli R.L., Conley, C.A., D. Dallas T.D., Rinaldi T., Davila A.F., Benison K.C., Rapoport A., Cavalazzi, Selbmann B. L., Changela H., Westall F., Michail M. Yakimov M.M. , Amils R. and Madigan M.T. (2021). Astrobiology of life on Earth. *Environmental Microbiology* 23(7), 3335–3344.
- Cowan D.A., Ferrari B.C., and McKay C.P. (2022). Out of Thin Air? Astrobiology and Atmospheric Chemotrophy. *ASTROBIOLOGY* Volume 22, Number 2. DOI: 10.1089/ast.2021.0066.
- Weller M.B., Evans A.J., Ibarra D.E. & Johnson. A.V. (2023). Venus's atmospheric nitrogen explained by ancient plate tectonics. *Nature Astronomy* . <https://doi.org/10.1038/s41550-023-02102-wArtice>.
- Shen J., Paterson G.A., Wang Y., Kirschvink J.L., Yongxin Pan Y. and Lin W. (2023). Renaissance for magnetotactic bacteria in astrobiology. *The ISME Journal* (2023) 17:1526–1534; <https://doi.org/10.1038/s41396-023-01495-w>

Sugerencias didácticas:

(marcar con una X la sugerencia didáctica que se utilizará para abordar los temas. Es importante tomar en cuenta que si la actividad tiene horas prácticas en las sugerencias deberá haber herramientas prácticas para el aprendizaje de los temas)

- Exposición oral
 Exposición audiovisual
 Ejercicios dentro de clase
 Ejercicios fuera del aula
 Seminarios
 Lecturas obligatorias
 Trabajos de investigación
 Prácticas de taller o laboratorio
 Prácticas de campo

Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos:

(marcar con una X el mecanismo que se utilizará para evaluar el aprendizaje. Se recomienda que para la evaluación sean tomadas en cuenta las sugerencias didácticas señaladas)

- Exámenes parciales
 Examen final escrito
 Tareas y trabajos fuera del aula
 Exposición de seminarios por los alumnos
 Participación en clase
 Asistencia
 Seminario
 Otros (indicar cuáles)

Presentación de trabajo de investigación final



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

_____ Otros (<i>indicar cuáles</i>)	
Línea de investigación: Ecología Evolutiva microbiana	
Perfil profesiográfico Ecólogo evolutivo con amplia experiencia en evolución general, filogenia, evolución molecular, ecología de poblaciones, microbiología ambiental y en temas de origen de la vida y astrobiología.	